



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 14 556 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
F 16 H 25/06

②1 Aktenzeichen: 199 14 556.3
②2 Anmeldetag: 31. 3. 1999
④3 Offenlegungstag: 5. 10. 2000

DE 199 14 556 A 1

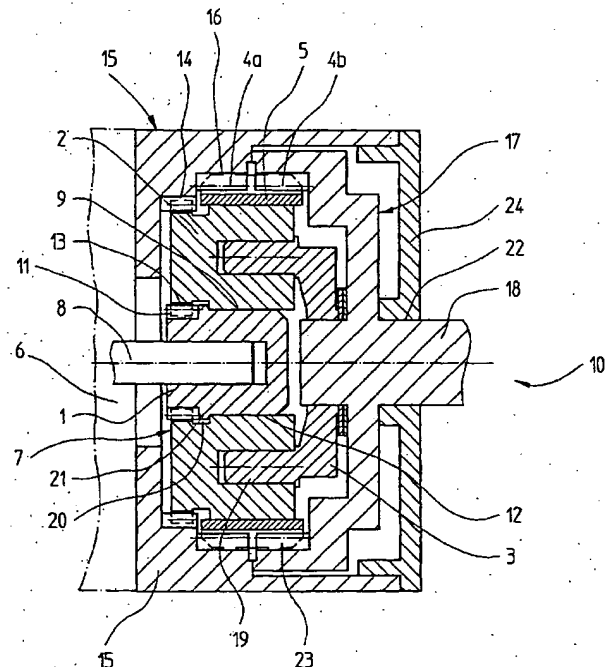
⑦1 Anmelder:
Bühler Motor GmbH, 90459 Nürnberg, DE

⑦2 Erfinder:
Erhardt, Wolfgang, 91560 Heilsbronn, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Spannungswellengetriebe

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Spannungswellengetriebe mit einem feststehenden und einem drehbaren innenverzahnten Hohlrad, wobei sich die Zähnezahlen der beiden Hohlräder um mindestens zwei Zähne voneinander unterscheiden, einem flexiblen Zahnrad, das von mindestens zwei Planetenrädern, mit den Verzahnungen der beiden innenverzahnten Hohlräder in Eingriff gehalten wird und ein Sonnenrad, das von einer Eingangswelle angetrieben wird und die Planetenträger antreibt, wobei das Sonnenrad und die Planetenräder mit einem verzahnten und einem unverzahnten Umfangsbereich versehen sind. Bei bekannten Spannungswellengetrieben ist das flexible Zahnrad mit einer Innenverzahnung versehen, wodurch sich der Wirkungsgrad und das Geräuschverhalten verschlechtert, zudem ist die Herstellung schwierig. Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung bei einem Spannungswellengetriebe für einen hohen Wirkungsgrad und geringe Geräuschentwicklung zu sorgen. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die verzahnten Bereiche der Planetenräder einstückig mit den unverzahnten Bereichen der Planetenräder sind, ein verzahnter Bereich des Sonnenrades einstückig mit einem unverzahnten Umfangsbereich des Sonnenrades ist, das feststehende Hohlrad eine zweite Innenverzahnung aufweist, die mit dem verzahnten Umfangsbereich der Planetenräder in Eingriff ist, der Teilkreis der Verzahnung am verzahnten Bereich des Sonnenrades auf dem inneren Rollkreis des unverzahnten Bereichs der Planetenräder liegt ...



DE 199 14 556 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Spannungswellengetriebe, gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus der CA 965 990 ist ein Spannungswellengetriebe bekannt, mit einem feststehenden innenverzahnten Hohlrad und einem drehbaren innenverzahnten Hohlrad, wobei die Zähnezahlen der beiden Hohlräder sich um mindestens zwei Zähne voneinander unterscheiden, einem flexiblen Zahnrad, das von mindestens zwei Planetenrädern, die sich gleichmäßig über den Innenumfang des flexiblen Zahnrades verteilen, mit den beiden innenverzahnten Hohlrädern in Eingriff gehalten wird und ein Sonnenrad, das von einer Eingangswelle angetrieben wird und die Planetenräder antreibt, wobei das Sonnenrad und die Planetenräder mit einem verzahnten Bereich versehen sind und mit einem Bereich, der keine Verzahnung aufweist.

Bei diesem Getriebe ist das flexible Zahnrad sowohl mit Außenverzahnungen als auch mit einer Innenverzahnung versehen und zusätzlich mit glatten Rollflächen an denen die Planetenräder mit ihren ebenfalls glatten Rollflächen abrollen. Um den Schlupf und damit die Gleitreibung zwischen den Planetenrädern und dem flexiblen Zahnrad so gering wie möglich zu halten, muß der Teilkreis der Verzahnung im Abrollkreis der Planetenräder liegen. Diese Maßnahme erfordert jedoch, daß die Verzahnung in den Körper des flexiblen Zahnrades eintauchen muß und somit Hinterschneidungen erforderlich sind. Diese Hinterschneidungen verhindern eine kostengünstige spritzgußtechnische Fertigung. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die verzahnten und die unverzahnten Bereiche der Planetenräder und des Sonnenrades gegeneinander drehbar zu lagern. Dies ist jedoch eine sehr aufwendige Maßnahme. Die Innenverzahnung am flexiblen Zahnrad verursacht erhebliche Reibung, weil einerseits eine Radialkraft vom Spannungswellenerzeuger auf das flexible Zahnrad ausgeübt wird, und andererseits durch die Verformung des flexiblen Zahnrades eine Relativbewegung der Zahnköpfe zueinander auftritt. Die Innenverzahnung des flexiblen Zahnrades führt daher auch zu zusätzlicher Geräuschemission. Zudem können sich Spannungen im Material des flexiblen Zahnrades negativ auf den Wirkungsgrad und auf die Lebensdauer auswirken, insbesondere, wenn die beiden Außenverzahnungen einerseits und die Innenverzahnung andererseits unterschiedliche Zähnezahlen aufweisen. Hierbei kann es über den Umfang des flexiblen Zahnrades zu unterschiedlicher Biegesteifigkeit kommen, was ein periodisch sich änderndes Geräusch zur Folge haben kann.

Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Spannungswellengetriebe nach der Gattung des Oberbegriffs des Anspruchs 1 so zu gestalten, daß möglichst wenig Schlupf und möglichst wenig Reibung auftritt, damit der Wirkungsgrad besonders hoch ist und die Geräuschemissionen besonders niedrig sind, wobei ein möglichst einfacher Aufbau eine einfache Herstellbarkeit und eine geringe Teilezahl angestrebt werden soll.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die verzahnten Bereiche der Planetenräder einstückig mit den unverzahnten Bereichen der Planetenräder sind, ein verzahnter Bereich des Sonnenrades einstückig mit einem unverzahnten Umfangsbereich des Sonnenrades ist, die Verzahnungen des Sonnenrades und der Planetenräder miteinander in Eingriff sind, das feststehende Hohlrad eine zweite Innenverzahnung aufweist, die mit dem verzahnten Umfangsbereich der Planetenräder in Eingriff ist, der Teilkreis der Verzahnung am verzahnten Bereich des Sonnenrades auf dem inneren Rollkreis des unverzahnten Bereichs der Planetenräder liegt, der Teilkreis der zweiten Innenverzahnung des feststehenden Hohlrades auf dem äußeren Rollkreis des

unverzahnten Bereichs der Planetenräder liegt und daß beide Hohlräder, das flexible Zahnrad, die Planetenräder, der Planetenträger, das Sonnenrad und die Gehäuseteile aus spritzgußtechnisch verarbeitbarem Kunststoffmaterial herstellbar sind.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen erläutert.

Aufgrund der Anordnung der Verzahnungen am Rand der Planetenräder und des Sonnenrades ist es zweckdienlich die Planetenräder von einem Planetenträger auf Führungszapfen zu führen. Dies wirkt sich günstig auf den Wirkungsgrad und das Geräuschverhalten aus.

Zur axialen Sicherung der Planetenräder auf dem Planetenträger sind die Planetenräder zwischen dem verzahnten Bereich und dem unverzahnten Bereich mit einer Nut oder einem vorspringenden Ringbereich versehen, in welche ein zwischen dem verzahnten Bereich und dem unverzahnten Bereich des Sonnenrades angeordneter vorspringender Ringbereich bzw. eine Nut eingreifen kann.

Um einen hohen Wirkungsgrad zu erreichen ist der Planetenträger in tangentialer Richtung besonders versteift.

Zur einfacheren Herstellung sind die Planetenräder einseitig lediglich mit einer Ausnehmung für die Aufnahme von Lagerzapfen des Planetenträgers versehen. Weiter ist das flexible Zahnrad mit einer durchgängigen Außenverzahnung versehen. Es ist aber auch möglich zwei unterschiedliche Verzahnungen an der Außenseite des flexiblen Zahnrades vorzusehen, wobei es vorteilhaft sein kann zwischen den beiden Verzahnungen eine Nut vorzusehen, die die Verzahnungen voneinander trennt.

Um eine axiale Sicherung des flexiblen Zahnrades zu erreichen, ist es formschlüssig zwischen den Hohlrädern gehalten. Da sich die Umfangsgeschwindigkeiten zwischen dem flexiblen Zahnrad und den Hohlrädern nur geringfügig voneinander unterscheiden, ist die zwischen diesen Teilen möglicherweise auftretende Reibung relativ gering.

Funktionsweise des Getriebes:

Ein Elektromotor treibt ein Sonnenrad an, das mit zwei Planetenrädern in Eingriff ist, die einander gegenüberliegend um das Sonnenrad angeordnet sind und sich an einer ersten Innenverzahnung eines feststehenden Hohlrades abstützen. Ein Planetenträger führt zusammen mit den Planetenrädern eine Umlaufbewegung um das Sonnenrad durch, dabei drücken die Planetenräder eine Außenverzahnung eines flexiblen Zahnrades an zwei Stellen in eine zweite Innenverzahnung des feststehenden Hohlrades und in eine Innenverzahnung eines drehbaren Hohlrades. Die Planetenräder bilden dabei zusammen mit dem Planetenträger einen Spannungswellenerzeuger. Die Zähnezahlen der zweiten Innenverzahnung des feststehenden Hohlrades und die Zähnezahl des flexiblen Zahnrades unterscheiden sich um zwei Zähne, wodurch sich das flexible Zahnrad bei einem Umlauf des Spannungswellenerzeugers um zwei Zähne weiterbewegt. Die Zähnezahl des drehbaren Hohlrades entspricht der Zähnezahl des flexiblen Zahnrades, somit überträgt das drehbare Hohlrad die Drehung des flexiblen Zahnrades auf die Abtriebswelle. Das flexible Zahnrad kann mit einer durchgehenden Verzahnung versehen sein, aber auch mit zwei unterschiedlichen Verzahnungen, um eine höhere Untersetzung des Spannungswellengetriebes zu erreichen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 einen Schnitt durch ein erfindungsgemäßes Spannungswellengetriebe.

In Fig. 1 ist ein Spannungswellengetriebe dargestellt, das an einem Motor, insbesondere einem Elektromotor 6, angeflanscht ist. Das Spannungswellengetriebe 10 wird durch ei-

nen aus einem Planetengetriebe bestehenden Spannungswellenerzeuger 7 angetrieben. Das Planetengetriebe besteht aus einem auf eine Eingangswelle 8 aufgezogenes Sonnenrad 1, das über einen unverzahnten Umfangsbereich 9 und einen verzahnten Umfangsbereich 11 mit zumindest zwei Planetenrädern 2, welche ebenfalls einen unverzahnten Umfangsbereich 12 und einen verzahnten Umfangsbereich 13 aufweisen, in Eingriff steht, welche Planetenräder sich an einer ersten Innenverzahnung 14 eines feststehenden, mit dem Elektromotor 6 verbundenen Hohlrades 15 abstützen und abrollen. Die Planetenräder 2 weisen einen verzahnten Umfangsbereich 13 und einen unverzahnten Umfangsbereich 12 auf. Die unverzahnten Umfangsbereiche 12 der Planetenräder 2 rollen auf einem flexiblen Zahnrad 5 ab, das mit zwei Außenverzahnungen 4a und 4b versehen ist, wobei die erste Außenverzahnung 4a mit einer zweiten Innenverzahnung 16 des feststehenden Hohlrades 16 in Eingriff ist und die zweite Außenverzahnung 4b mit einer Innenverzahnung 23 eines drehbaren Hohlrades 17 in Eingriff ist, wobei das drehbare Hohlrad 17 einstückig mit einer Ausgangswelle 18 ist. Die Planetenräder 2 sind auf Lagerzapfen 19 eines Planetenträgers 3 gelagert. Für die axiale Sicherung der Planetenräder 2 sind diese mit zwischen dem verzahnten Umfangsbereich 13 und dem unverzahnten Umfangsbereich 12 angeordneten Nuten 20 versehen, während das Sonnenrad 1 mit einem zwischen dem verzahnten Umfangsbereich 11 und dem unverzahnten Umfangsbereich 9 angeordneten vorspringenden Ring 21 versehen ist, der in die Nuten 20 der Planetenräder 2 eingreift. Das flexible Zahnrad 5 ist zwischen den Hohlradern 15, 17 gegen axiale Verschiebung gesichert. Auf das Hohlrad 15 ist ein Gehäuseabschluß 24 montiert, das eine zentrale Ausnehmung 22 zur Aufnahme der Ausgangswelle 18 aufweist.

Bezugszeichenliste

- 1 Sonnenrad
- 2 Planetenräder
- 3 Planetenträger
- 4a, 4b Außenverzahnungen
- 5 flexibles Zahnrad
- 6 Elektromotor
- 7 Spannungswellenerzeuger
- 8 Eingangswelle
- 9 unverzahrter Bereich am Sonnenrad
- 10 Spannungswellengetriebe
- 11 verzahrter Bereich am Sonnenrad
- 12 unverzahrter Bereich an den Planetenrädern
- 13 verzahrter Bereich an den Planetenrädern
- 14 Innenverzahnung am feststehenden Hohlrad
- 15 feststehendes Hohlrad
- 16 Innenverzahnung am feststehenden Hohlrad
- 17 drehbares Hohlrad
- 18 Ausgangswelle
- 19 Lagerzapfen
- 20 Nut an den Planetenrädern
- 21 Ring am Sonnenrad
- 22 Ausnehmung
- 23 Innenverzahnung am drehbaren Hohlrad
- 24 Gehäuseabschluß

Patentansprüche

1. Spannungswellengetriebe (10), bestehend aus einem feststehenden innenverzahnten Hohlrad (15), einem drehbaren innenverzahnten Hohlrad (17), einem flexiblen Zahnrad (5), das von mindestens zwei Planetenrädern (2), die sich gleichmäßig über den Innenum-

fang des flexiblen Zahnrades (5) verteilen, mit Verzahnungen (16, 23) der beiden innenverzahnten Hohlräder in Eingriff gehalten wird und ein Sonnenrad (1), das von einer Eingangswelle (8) angetrieben wird und die Planetenräder (2) antreibt, wobei das Sonnenrad (1) und die Planetenräder (2) mit einem verzahnten Umfangsbereich (13) und einem unverzahnten Umfangsbereich (12) versehen sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die verzahnten Bereiche (13) der Planetenräder (2) einstückig mit den unverzahnten Bereichen (12) der Planetenräder (2) sind, ein verzahrter Bereich (11) des Sonnenrades (1) einstückig mit einem unverzahnten Umfangsbereich (9) des Sonnenrades (1) ist, die Verzahnungen (11, 13) des Sonnenrades (1) und der Planetenräder (2) miteinander in Eingriff sind, das feststehende Hohlrad (15) eine zweite Innenverzahnung (14) aufweist, die mit dem verzahnten Umfangsbereich (13) der Planetenräder (2) in Eingriff ist, der Teilkreis der Verzahnung am verzahnten Bereich (11) des Sonnenrades (1) auf dem inneren Rollkreis des unverzahnten Bereichs (13) der Planetenräder (2) liegt, der Teilkreis der zweiten Innenverzahnung (14) des feststehenden Hohlrades (15) auf dem äußeren Rollkreis des unverzahnten Bereichs (13) der Planetenräder (2) liegt und daß beide Hohlräder (15, 17), das flexible Zahnrad (5), die Planetenräder (2), der Planetenträger (3), das Sonnenrad (1) und die Gehäuseteile (24) aus spritzgußtechnisch verarbeitbarem Kunststoffmaterial herstellbar sind.

2. Spannungswellengetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Planetenräder (2) von einem Planetenträger (3) auf Lagerzapfen (19) geführt werden.

3. Spannungswellengetriebe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem verzahnten Umfangsbereich (13) und dem unverzahnten Umfangsbereich (12) der Planetenräder (2) ein weiterer Umfangsbereich vorgesehen ist, der die Form einer Nut (20) oder eines erhabenen Ringes aufweist.

4. Spannungswellengetriebe nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem verzahnten Umfangsbereich (11) und dem unverzahnten Umfangsbereich (9) des Sonnenrades (1) ein weiterer Umfangsbereich vorgesehen ist, der die Form eines erhabenen Ringes (21) oder einer Nut aufweist.

5. Spannungswellengetriebe nach Anspruch 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerzapfen (19) der Planetenträger (3) tangential steif gehalten sind.

6. Spannungswellengetriebe nach Anspruch 2, 3, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Planetenräder (2) nur einseitig von den Lagerzapfen (19) des Planetenträgers (3) aufgenommen werden.

7. Spannungswellengetriebe nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das flexible Zahnrad (5) eine durchgängige Außenverzahnung (4) aufweist.

8. Spannungswellengetriebe nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das flexible Zahnrad (5) zwei unterschiedliche Außenverzahnungen (4a, 4b) aufweist.

9. Spannungswellengetriebe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden unterschiedlichen Außenverzahnungen (4a, 4b) des flexiblen Zahnrades (5) mit einem Ring (25) einstückig sind, wobei der Ring (25) an beide Außenverzahnungen (4a, 4b) anschließt.

10. Spannungswellengetriebe nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 oder 9 dadurch gekennzeichnet, daß das fle-

xible Zahnrad (5) gegen seitliches Verschieben gesichert ist, indem es formschlüssig zwischen den Hohlräumen (15, 17) gehalten ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

